



## **Lavenergihus målt og beregnet**

Off-print artikel til Danvak Magasinet

**Schultz, Jørgen Munthe; Thomsen, Kirsten Engelund**

*Publication date:*  
2002

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Schultz, J. M., & Thomsen, K. E. (2002). *Lavenergihus målt og beregnet: Off-print artikel til Danvak Magasinet*. BYG Sagsrapport No. SR 02-13

---

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Jørgen M. Schultz, BYG•DTU  
Kirsten Engelund Thomsen, By og Byg

## Lavenergihuse – målt og beregnet Off-print af artikel til Danvak Magasinet

Sagsrapport  
BYG•DTU SR-02-13  
2002  
ISSN 1396-402x

## Lavenergihuse - målt og beregnet

Jørgen M. Schultz, BYG•DTU, Danmarks Tekniske Universitet  
Kirsten Engelund Thomsen, Afdelingen for Energi og Indeklima, By og Byg

**Artiklen giver en sammenfattende beskrivelse af måleresultaterne fra 7 lavenergihuse opført i 6 forskellige lande i forbindelse med projektet: Advanced Solar Low Energy Buildings, der er gennemført af en arbejdsgruppe under det Internationale Energiagentur, IEA (Task13).**

### Baggrund

I 1989 påbegyndtes et internationalt projekt under IEA med det formål at designe og opføre en række lavenergihuse med et totalt energiforbrug til opvarmning, ventilation, varmt vand og elektricitet på kun 25% i forhold til niveauet i typiske huse. Midlerne til opnåelse af det ambitiøse mål var i hovedtrækkene større isoleringstykkelser, bedre vinduer, udstrakt anvendelse af solenergi (passiv, solfangere, solceller) og effektive enheder til den nødvendige suppleringsenergi (se faktaboks). De enkelte lande var ansvarlige for opbygning af måleprogram til dokumentation af husenes energiforbrug, indeklima, etc. Fælles for måleprogrammerne er en registrering af klimadata, indetemperaturer og energiforbrug. De danske målinger er gennemført af DTU gennem et år med reel beboelse.



Fig. 1 De danske IEA huse i Vonsild, Kolding

Det var også et mål for projektet at inddrage innovativ teknologi, der inden brug i de aktuelle huse blev afprøvet i testfaciliteter. De deltagende lande var Belgien, Canada, Danmark, Finland, Holland, Italien, Japan, Norge, Sverige, Schweiz, Tyskland og USA. Kun få af husene nåede at blive bygget i

#### Lavenergistrategier:

- Super isolering af klimaskærmen
- Højisolerende glaspartier
- Isolerende ramme/karmkonstruktioner
- Solvægge
- Transparent isolering
- Solvarme til varmt vand og rumopvarmning, evt. med langtidslagring
- Solceller
- Varmegenvinding
- Innovative integrerede systemer
- El- og vandbesparende udstyr
- Lufttætte konstruktioner

tilstrækkelig god tid til, at et års målinger kunne gennemføres inden for projektperioden. Efter ønske fra IEA blev der i 1999 nedsat en international arbejdsgruppe med deltagere fra Danmark og Holland med det formål at bearbejde måleresultaterne fra de opførte huse. Den danske deltagelse er blevet finansieret af Energistyrelsen.

I denne artikel præsenteres nogle af hovedresultaterne. Den samlede evaluering vil kunne findes i 2. udgave af "Solar Energy Houses" [1], der forventes udgivet i slutningen af året..

De danske huse i projektet er 2 rækkehuse i en bebyggelse i Vonsild, det ene med øst/vestvendte facader og det andet med syd/nordvendte facader. Bebyggelsen er tegnet af Boje Lundgaard og Lene Tranbergs tegnestue.

### Energiforbrug

Figur 2 viser det forventede og målte samlede energiforbrug for de enkelte huse fordelt på varme, varmt vand og el. For det belgiske hus var der ikke lavet noget skøn over elektricitetsforbruget. Kun det danske hus med øst/vestvendte facader indgår i evalueringen af energiforbruget.

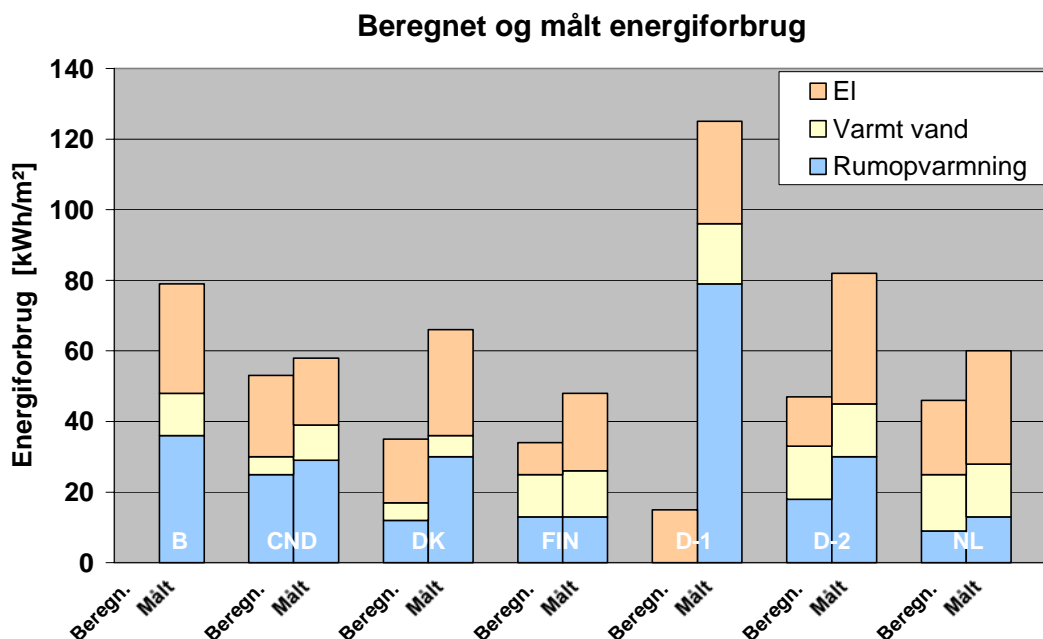


Fig. 2 Forventet og målt energiforbrug i husene [kWh/m²]

Der er generelt set tale om et større energiforbrug end forventet, men især det ene tyske hus skiller sig markant ud. I dette hus skyldes forskellen især et meget højt luftskifte på grund af utætte konstruktionsdele og ineffektiv varmforsyning med 40% tab i forbindelse med en prototype af en 20 m³ vandtank til lagring af solvarme. Ses der bort fra dette hus, er der i gennemsnit opnået et målt totalt energiforbrug på 69 kWh/m²/år fordelt med 25 kWh/m²/år til rumopvarmning, 12 kWh/m²/år til varmt vand og 32 kWh/m²/år til el. Det samlede forventede energiforbrug var på 44 kWh/m²/år. Resultatet må således siges at være fornuftigt, når den eksperimentelle karakter af projektet tages i betragtning. I gennemsnit er der opnået en energibesparelse på 60% i forhold til typiske bygninger. De største besparelser er opnået på energiforbruget til rumopvarmning og varmt vand – henholdsvis 74% og 65%, mens elforbruget i gennemsnit kun er reduceret med ca. 20%.

### Termisk komfort

Øget udnyttelse af passiv solvarme kombineret med højisolerende konstruktioner øger risikoen for ubehagelige overtemperaturer i overgangs- og sommerperioden. Blandt de rapporterede bygninger findes der både eksempler, hvor det er "gået galt" og eksempler, der viser, at det er muligt at opnå et godt termisk indeklima selv i meget varme sommerperioder. Til de vellykkede eksempler hører det belgiske (se figur 3) og det hollandske hus, hvor der meget detaljeret var arbejdet med anvendelse af automatisk styret udvendig solafskærmning og forceret natventilation til nedkøling af de tunge

bygningskonstruktioner. I ingen af husene er anvendt aktiv køling. Til de mindre vellykkede eksempler hører det ene af de danske huse, hvor et meget stort sydvendt glasareal ikke kunne afskærmes effektivt mod solindfald samtidig med, at det ikke var muligt ved åbning af vinduer at få lavet en effektiv naturlig udluftning på tværs af bygningen. Middelrumtemperaturen i opholdsrummet i august 1997 var således 28,2 °C.

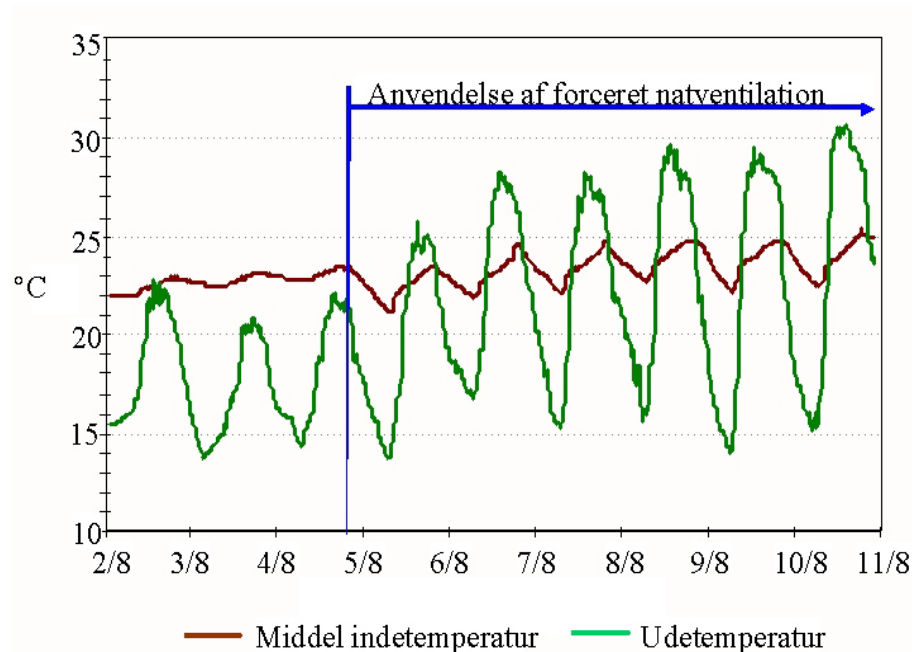


Fig. 3 Vellykket belgisk eksempel på undgåelse af overtemperaturer ved anvendelse af automatisk styret solafskærmning og forceret ventilation om natten til køling af bygningen

### Indhøstede erfaringer

De forskellige huse adskiller sig alle fra hinanden ved valg af komponenter og principper, og det er således også vidt forskellige erfaringer, der er indhøstet. Det viser sig imidlertid, at der er nogle generelle ting, der går igen i mange af byggerierne.

I de fleste byggerier har det vist sig meget vanskeligt eller umuligt at opnå den ønskede lufttæthed af klimaskærmen. En god lufttæthed er en forudsætning for en effektiv udnyttelse af ventilationsanlæggets varmegenvindingsenhed. Der er derfor behov for bedre uddannelse af håndværkerne og/eller et bedre design af samlingsdetaljer, så det bliver nemmere at lave en lufttæt klimaskærm.

Specielt ventilationssystemerne har medført problemer med generende støj og træk. En særlig omhyggelig projektering og indregulering af anlæggene er nødvendig, og der må ikke gås på kompromis ved valg af komponenter.

I forbindelse med lavenergihuse skal der i øget grad tages højde for eventuelle overtemperaturproblemer ved hjælp af velovervejede placering af vinduesarealer og valg af rudetyper kombineret med automatisk styret udluftning og solafskærmning. Specielt automatikken er vigtig, idet overtemperaturerne skal "forebygges frem for helbredes", og det kan ikke forventes, at beboerne er hjemme om dagen til manuelt at gribe ind. Er bygningen først blevet opvarmet gennem en hel dag, vil det ikke være muligt på kort tid at køle den ned til acceptabelt niveau.

Avancerede og komplekse systemer giver større risiko for, at der opstår fejl – måske uden at brugeren opdager det. Det bør derfor tilstræbes at anvende enkle principper og komponenter, som er overskuelige og kan forstås af beboeren. Det er vigtigt, at der med huset følger en brugervejledning, der ikke kun forklarer om de forskellige tekniske installationer, men også om, hvordan huset reagerer, f.eks. at der går op til et døgn, før en ændring af set-punktet for et tungt gulvvarmeanlæg slår fuldt igennem på indetemperaturen.

### **Konklusion**

Måleresultaterne fra de 7 lavenergihuse viser, at det har været muligt at reducere det totale energiforbrug med 60% i forholdt til typiske huse. Det er også vist, at højisolerede huse ikke behøver at have problemer med overtemperaturer og dårligt indeklima, hvis der i projekteringen arbejdes detaljeret med løsninger til imødegåelse af dette.

Den store spredning i husenes design og valg af komponenter/systemer har gjort det muligt at indhøste en bred vifte af erfaringer, der kan finde anvendelse ved udformning af fremtidens lavenergihuse.

Der er ikke foretaget en økonomisk vurdering af de opførte huse på grund af den eksperimentelle karakter af projektet.

### **Referencer:**

- [1] Solar Energy Houses. James & James ISBN 1-873936-69-9, 1997.